

Die nodosen Ceratiten von Olesa in Katalonien

Von

Dr. Alexander Tornquist (Graz)

(Mit 1 Tafel)

(Vorgelegt in der Sitzung am 10. Februar 1916)

I. Einleitung.

In dem Bereich des westmediterranen Binnenmeeres der Triaszeit sind nodose Ceratiten aus Ostspanien, Sardinien und Südfrankreich bekannt geworden. Die Untersuchung dieser bemerkenswerten Ammoniten versprach interessante Ergebnisse über die Beziehungen, welche zwischen der Fauna des westmediterranen und derjenigen des germanischen triadischen Binnenmeeres zur Muschelkalkzeit geherrscht haben. Ein Vergleich der biologischen Verhältnisse beider Mittelmeere untereinander und mit jenen der ostmediterranen Tethys, des offenen triadischen Ozeans, konnte ferner gezogen werden. Auch sind die spanischen und sardischen Nodosenformen geeignet, über die Bedeutung der im deutschen Muschelkalk voneinander abgetrennten Arten weiterhin Klarheit zu schaffen.

In der vorliegenden Abhandlung werden die nodosen Ceratiten von Olesa, westlich Barcelona, in Spanien beschrieben. Es liegen der Untersuchung damit wahrscheinlich sämtliche nodose Ceratiten zugrunde, welche überhaupt in der spanischen Trias gefunden worden sind. Die größte Anzahl der vorliegenden Ammoniten habe ich im Jahre 1909 an Ort und Stelle gesammelt. Herr Kanonikus Professor Jaime Almera in Barcelona hatte ferner die große Freundlichkeit, mir auch Gipsabdrücke von zwei in der Sammlung des dortigen Priester-

seminars liegenden Hohl drucken zur Verfügung zu stellen, wofür ich ihm meinen besten Dank sage.

Die Fundstelle von Olesa ist von Bofill y Poch im Jahre 1893 aufgefunden worden; eine Beschreibung des Triasprofils bei Olesa ist von ihm schon im gleichen Jahre veröffentlicht worden.¹ Im Jahre 1899 hat sie Bofill y Poch von neuem behandelt und eine kurze, ihm brieflich zugekommene Äußerung von E. v. Mojsisovics über die Ceratiten veröffentlicht.² E. v. Mojsisovics hat die ihm damals zur Bestimmung gesandten Ammoniten als Muschelkalkammoniten bestätigt; er hielt sie aber für Formen des unteren Muschelkalkes und wollte einen derselben zu *Ceratites antecedens* Beyr. stellen. Im übrigen bezeichnet er sie als neue, bisher unbeschriebene Arten, welche eine Entscheidung, ob es sich um Formen des germanischen oder alpinen Muschelkalkes handelt, nicht zulassen. In Anbetracht dessen, daß die nodosen Ceratiten des deutschen Muschelkalkes damals noch nicht systematisch untersucht waren und daß diejenige Art, welche E. v. Mojsisovics aus Olesa vorgelegen hat — es war das der später zu beschreibende *Ceratites flexuosiformis* nov. sp. —, eine von *Ceratites nodosus* typ. stark abweichende Form vorstellt, kann diese Entscheidung, so wenig zutreffend sie auch heute erscheint, nicht wundernehmen.

Aus Spanien liegen im übrigen nur noch zwei weitere, bisher unbestätigt gebliebene Angaben über das Vorkommen nodoser Ceratiten vor. E. Philippi gibt in den Lethaea geognostica (p. 74) eine briefliche Mitteilung von Calderon wieder, daß *Ceratites nodosus* in der Provinz Soria vorkommen soll. Die genaue Lokalität ist unbekannt, und verdient diese Angabe eine Nachprüfung.³ Ferner berichten O. und

¹ A. Bofill y Poch, Descubrimientos paleontológicos en el Triás de dicha region. (Sobre el mapa topográfico-geológico del medio y alto Vallés.) Boll. Akad. cienc. y artes. Barcelona, 1893, p. 1.

² Derselbe, Sur le trias à Cératites et sur l'éocène inférieure de la gare d'Olesa. Bull. soc. géol. de France, 3. sér., 26, 1898, p. 826.

³ Vgl. auch A. Wurm, Beiträge zur Kenntnis der iberisch-balearischen Triasprovinz. Verhandl. des naturw.-med. Ver. Heidelberg, N. F. 12, 1913, p. 488.

Eb. Fraas¹ in ihren Reiseberichten aus Südfrankreich und Spanien von Triaskalken »wie Hauptmuschelkalk mit *Ceratites*« an der Küste von Malaga nach Torrol in Südspanien. Auf meine an Eb. Fraas im Jahre 1909 gerichtete Anfrage antwortete mir Eb. Fraas, daß er sich nicht bestimmt erinnere, ob die Reisenden Ceratitenreste selbst gefunden hatten.

Von besonderem Interesse ist es, daß inmitten der Binnenmeerfacies des spanischen Muschelkalkes neben dem Vorkommen nodoser Ceratiten auch pelagische Ammonitenfaunen auftreten. Diese sind seither aus zwei Lokalitäten festgestellt worden: südwestlich Barcelona oberhalb Mora am Ebro, bei Camposines in der Provinz Tarragona und auf den Balearen. Die Fauna von Camposines ist neuerdings von A. Wurm² bearbeitet worden und in der gleichen Veröffentlichung findet sich auch alles, was über die gleiche Fauna von den Balearen bekannt geworden ist, zusammengestellt. Diese — wie ich sie nennen möchte — pelagischen Ammonitenkolonien inmitten der spanischen Binnenmeertrias sind von ladinischem Alter und gehören in das *reitzi-curioni*-Niveau des alpinen Triasprofils. Am Ende der vorliegenden Abhandlung ist der Versuch unternommen worden, das Auftreten dieser pelagischen Faunen zu erklären. Da das unterladinische Alter der pelagischen Ammonitenkolonien nach meinen älteren Funden im Vicentin und auf Sardinien dem Nodosenniveau des deutschen Muschelkalkes entspricht, so ist das Alter der Olesa-Ceratiten ungefähr das nämliche wie jenes der pelagischen Faunen von Mora de Ebro und der Balearen.

Der Fundpunkt der Nodosen von Olesa liegt inmitten eines sehr gestörten Triasprofils, in dem die stratigraphische Stellung der grauen, mergelreichen Nodosenkalke innerhalb des spanischen Triasprofils leider nicht zu fixieren ist. Da die Nodosenkalke selbst dem oberen Muschelkalk angehören müssen, so sind die bei Olesa anstehenden Triasschichten folgendermaßen zu deuten:³

¹ O. und Eb. Fraas, Aus dem Süden. Stuttgart, 1886, p. 75.

² L. c.

³ A. Tornquist, Über die außeralpine Trias auf den Balearen und in Katalonien. Sitzungsber. der königl. Preuß. Akad. d. Wiss., 1909, 36, p. 902.

Am Südostrand der Triaszone von Olesa lagert ein ziemlich mächtiges, untertriadisches Konglomerat den dort vorhandenen paläozoischen, stark gefalteten Schiefern auf. Ihm folgt zumeist dunkelrot gefärbter Buntsandstein. Die Überlagerung des Buntsandsteins durch Muschelkalk ist an der Wand des nördlich Olesa den Triaszug durchschneidenden Tunnels gut zu beobachten. In den großen Brüchen östlich der Bahnlinie überlagern grobbankige, dunkelgefärbte, wellige Kalke des unteren Muschelkalkes von beiläufig 40 *m* Mächtigkeit einen etwa 5 *m* mächtigen Zellenkalk, der selbst wieder tonigen, roten und grauen Buntsandsteinen auflagert. In dem Zellenkalk liegt der Auslaugungsrest eines Rötsalzlagers vor. Die sehr fossilarmen unteren Muschelkalke fallen steil gegen WSW. An der Westseite des Tunnels setzen diese unteren Muschelkalke an einer SSW fallenden Störung ab. Jenseits der Störung beginnen graue Kalke mit Wurmröhren und dann tonige Kalkplatten, in denen die Ceratiten liegen. Östlich der steil stehenden tonigen Nodosenkalke ist von Bofill y Poch *Mentzelia Mentzeli* gefunden worden. Diese Kalke bilden demnach das Liegende der Nodosenstufe,¹ so wie Mentzelien auch sonst als Leitformen der anisischen Stufe unterhalb der ladinischen Stufe auftreten. Weiter westlich der Nodosenkalke folgen neue Störungen. Man kann auf der gegenüberliegenden Berglehne wohl einen Fetzen roten Keupermergels mit Gips als Hangendes des oberen Muschelkalkes erkennen, aber die Lagerung ist insofern ganz außerordentlich gestört, als auf jener Talseite über dem Keuper wieder Buntsandstein und im Tunnel, scheinbar in den Muschelkalk eingefaltet, untere Eocänschichten folgen.

II. Die Beschreibung der Ceratiten.

Eine Bearbeitung der Materials hat sich natürlich in erster Linie an die Beschreibung der deutschen Nodosen durch E. Philippi anzulehnen. Die Formenmannigfaltigkeit der

¹ Von Bofill y Poch sind die *Mentzelia*-Kalke wegen der stellenweise geringen Überkippung der Bänke als das Hangende der Nodosenkalke aufgefaßt worden.

Nodosen des nördlichen triadischen Binnenmeeres hat in dieser Arbeit zum ersten Male einen Ausdruck gefunden. Der Charakter der spanischen Muschelkalknodosen wird nur aus dem Vergleich mit den Formen des deutschen Muschelkalkes verständlich. Mag der schönen Monographie Philippi's¹ auch in Zukunft noch eine weitgehende Ergänzung beschert sein, es wäre ohne sie die Erfassung der spanischen Formen zurzeit überhaupt nicht möglich. Die Bearbeitung hat gezeigt, daß alle spanischen Nodosen bestimmte, zum größten Teil gleichartige Abweichungen in der Skulptur und der Gestalt gegenüber den deutschen zeigen und ist es kaum zu erwarten, daß sich dieses offensichtlich prinzipielle Verhalten bei der erweiterten Kenntnis der deutschen Nodosen ändern wird.

Die reiche Ceratitenfauna des deutschen Muschelkalkes zeigt eine auffällige Inkonstanz der einzelnen Formen, wenn unter ihnen auch stets die meisten der von C. Philippi als Arten herausgeschälten Formen wiedergekannt werden können. Wie weit sich aber der Artbegriff bei den einzelnen Formen später wird überhaupt aufrecht erhalten lassen, erscheint heute noch zweifelhaft. Jedenfalls sind die meisten Arten nicht annähernd so scharf zu umgrenzen wie die Ammonitenarten der pelagischen Trias.

Es ist das biologisch ohne weiteres verständlich. Die deutschen Nodosen stellen eine endemische, in steter Abwandlung begriffen gewesene Ammonitenfauna dar, welche als nahezu einzige Cephalopoden des mitteleuropäischen Muschelkalkmeeres bei weitem nicht in dem Maße unter dem Zwange der Zuchtwahl standen als die einzelnen Arten der reichen, gleichzeitigen Ammonitenfauna des ost- und mittel-mediterranen pelagischen Triasmeeres, der Tethys.

Bei der Beschreibung der spanischen Nodosen wurde trotz der vorliegenden Bedenken doch an der von E. Philippi geübten Methode der Speciestrennung festgehalten. Erstens weil nur auf diese Weise der besonders wünschenswerte

¹ E. Philippi, Ceratiten des oberen deutschen Muschelkalkes. Paläontol. Abhandl. von Dames und Keyser, N. F., 14, 1901.

Vergleich mit den deutschen Formen durchgeführt werden kann, und zweitens, weil das seltene spanische Material ein viel zu armes — im Verhältnis zu den riesigen *Nodosensuiten*, die der deutsche Muschelkalk willig geliefert hat — ist, um auf ihn hin eine völlig neue Methode der Darstellung der *Nodosenformen* einzuschlagen.

Es ist klar, daß die seltenen guten *Nodosenfunde* bei Olesa der nachfolgenden Bearbeitung wegen der geringen Individuenanzahl dieser nachweislich stark variablen Fossilien erhebliche Schwierigkeiten bieten. Die Bearbeitung würde sogar zu einem den Autor wenig befriedigenden Ende geführt haben, wenn nicht die prinzipiellen Unterschiede der spanischen gegen die deutschen Formen vollständig sicher bei allen Formen gleichartig hervorträten. Hieran werden neue Funde bei Olesa wenigstens, vermutlich aber überhaupt in Spanien, kaum etwas ändern.

Eine paläobiologische und paläogeographische Bedeutung war ferner dem Vergleich der spanischen *Ceratiten* mit den von mir aus den pelagischen *Reitzi*-Schichten von Recoaro beschriebenen *Nodosen* zuzusprechen. Die später von mir geplante Bearbeitung der *Nodosen* von Sardinien wird ferner ebenfalls im Rahmen dieser Untersuchungen besonderes Interesse gewinnen.

Um den Vergleich mit den von Philippi ausgeschiedenen Arten zu erleichtern, wurde der bei Ammoniten beschriebenen sonst üblichen Wiedergabe der Dimensionen der Schalenteile die von Philippi gewählte Ausdrucksweise der Windungszunahme, der Scheibenzunahme und Involubilität angefügt, ohne daß damit gesagt sein soll, daß diese Philippi'schen Definitionen den älteren für die gleichen Verhältnisse des Schalenwachstums überlegen wären. Die meist übliche Methode, die Involubilität als das Verhältnis des Durchmessers des Nabels im Verhältnis zum Windungsdurchmesser zu bezeichnen, scheint mir zutreffender zu sein, als die Involubilität mit Philippi als das Verhältnis der Höhe der vorletzten Windung zu der Höhe ihres von der letzten Windung verdeckten Teiles zu definieren.

Philippi hat ferner die Ausbildung der Suturlinie nicht zur Definition seiner Arten herbeigezogen und leider eine Anzahl recht wichtiger Eigenschaften der Schale, wie die Zahl der Skulpturelemente auf jedem Umgang, überhaupt nicht beschrieben. Da gerade die letztgenannte Ausbildung für die Betrachtung der spanischen Nodosen wichtig ist, so mußten die Philippi'schen Beschreibungen aus der Betrachtung seiner Abbildungen ergänzt werden.

Eine besondere Erhaltungsweise, welche ich zuerst bei sardischen Nodosen antraf, wiederholt sich bei den spanischen Arten. Es ist bei ihnen meistens die Schale erhalten, ohne daß dies an den Stücken sehr auffiele, welche in ihrem dunkelgrauen, halbverwitterten Muschelkalk auf den ersten Blick ganz gleich ausschauen wie die deutschen. Dieses Merkmal, welches zum Teil auch den südfranzösischen Nodosen zukommt, scheint bei den westmediterranen Nodosen eine ebenso eigentümliche wie schwer zu erklärende Eigenschaft zu sein, welche sie mit meinen Nodosen des Vicentins teilen, während sie bei deutschen Nodosen niemals beobachtet worden ist. Diese Erhaltung hat insofern eine Bedeutung, als sich bei ihr erkennen läßt, daß die Dornen der Nodosen hohl gewesen sind und daß sich auch die Rippen nicht als Erhebungen auf der Schalenoberfläche, also als Schalenverdickungen ausbildeten, sondern wirkliche Undulationen und die Dornen hohle Röhren darstellen. Eine weitere Eigentümlichkeit der Nodosen von Olesa ist es, daß häufig nur die Wohnkammer massiv erhalten ist, während ein Teil oder die Gesamtheit der Luftkammern vollständig flachgedrückt sind. Dieser Umstand stellt sich bei der Beschreibung der Formen als ein besonderer Nachteil heraus. Wie in anderen Ammonitenlagern ist dieser Umstand natürlich darauf zurückzuführen, daß nur die Wohnkammer und die letzten sich anschließenden Luftkammern mit dem Schlamm des Muschelkalkmeeres erfüllt worden sind, während die übrigen Luftkammern bis zur Kompression des Kalksedimentes durch neue Ablagerungen im Hangenden unverletzt und mit Sediment unausgefüllt verblieben. In gewisser Weise steht also diese Erscheinung offenbar mit der gut erhaltenen Kalkschale der westmediterranen

Nodosen in Zusammenhang. Es geht hieraus hervor, daß die Bedingungen für die Erhaltung, beziehungsweise die Fortlösung der Schalen bei den Ceratiten schon während der Einbettung in das Sediment vorhanden gewesen sein müssen und dürfte die verschiedene Salinität im nördlichen Binnenmeer und im südwestlichen vielleicht die Ursache der Erscheinung gewesen sein. In Anbetracht, daß die Erhaltungsweise der spanischen Nodosen derjenigen der pelagischen gleichkommt, dürfte das spanische Gebiet des Binnenmeeres eine der normalen ozeanischen ähnliche Salinität besessen haben, das deutsche aber übersalzen gewesen sein. Hierfür spricht das Fehlen des Salzes des mittleren Muschelkalkes im südwestlichen Mittelmeer ebenso wie das Auftreten von Kolonien alpiner Ammonitenfaunen im spanischen Muschelkalk.

Der Muschelkalk von Olesa ist aufgerichtet und stark zerdrückt. Dies kommt bei manchen der vorliegenden Fossilien in ihren — wenn auch nicht erheblichen — Verbiegungen und Deformationen zum Ausdruck, welche die Aufnahme der Schalendimensionen erschwert und ungenau werden läßt.

Insgesamt liegen mir Reste von 18 Individuen vor, von denen sich nur weniger als die Hälfte zur Beschreibung eignen. Immerhin bemerkenswert erscheint es, daß aus diesen Exemplaren nur drei verschiedene Arten ausgeschieden werden konnten. Eine Anzahl der Ammoniten wies allerdings eine so mäßige Erhaltung auf, daß sie für die Bearbeitung überhaupt bei Seite gelassen werden mußten. Was an ihnen aber zu beobachten ist, läßt vermuten, daß eine weitere Art nicht unter ihnen enthalten ist.

Ceratites de Haan.

Die Ceratiten der pelagischen Trias sind bekanntlich von v. Arthaber¹ mit gutem Erfolg in eine größere Anzahl von Gattungen zerlegt worden. v. Arthaber hat es dabei meiner Ansicht nach mit gutem Recht vermieden, eine Anzahl von

¹ Vor allem G. v. Arthaber, Die Trias von Bithynien. Beitr. zur Paläontologie und Geologie Österreich-Ungarns und des Orients. 27, 1914. p. 120 bis 121.

pelagischen triadischen Arten aus der für die deutschen Binnenmeerformen aufgestellten Gattung *Ceratites* zu trennen, trotzdem sie sich vor allem durch die auf die Sättel der Suturlinie hinaufreichende Kertung der Lobenbasis prinzipiell unterscheiden. Möge der Versuch der generischen Trennung dieser pelagischen Formen von den deutschen auch später nicht unternommen worden. Als Binnenmeerformen stellen sie nur die in ein biologisch eigenartiges Gebiet abgewanderten nächsten Verwandten der pelagischen Ceratiten dar.

1. *Ceratites occidentalis* n. sp.

Taf. I, Fig. 3.

Von dieser Art liegt nur ein Exemplar vor, das im Abdruck die Berippung und die Gestalt des letzten gekammerten Umganges in vortrefflicher Weise zeigt, aber nur den Beginn der Wohnkammer und auch diesen nur in stark korrodierter Erhaltung aufweist. Der Durchmesser der Schale am Ende der halben Wohnkammer beträgt 62 mm.

Die Schalenausmaße sind die folgenden:

Durchmesser: 60 mm.

Höhe des letzten Umganges: 25 mm.

Dicke des letzten Umganges:¹ zirka 10 mm.

Nabelweite: 17 mm.

Demnach gemäß der Philippi'schen Ausdrucksweise:

Windungszunahme = 100 : 64.

Scheibenzunahme = 100 : 42.

Involubilität = 100 : 62.

Gestalt. *Ceratites occidentalis* ist demnach eine mäßig involute Form. Fünf Umgänge sind um den Nabel sichtbar; sie wächst also langsam und regelmäßig an. Von der starken Veränderung der Involubilität, die nach den Philippi'schen Tafeln bei vielen deutschen Nodosen durch das am Nabel sichtbare anormale Gewinde ausgebildet ist, läßt *Ceratites*

¹ Stets in den Räumen zwischen den Skulpturrippen gemessen.

occidentalis nichts erkennen. Die Gestalt dieses Ammoniten ist flach; die größte Dicke der Umgänge wird in der Mitte der Flanke erreicht. Der Abfall zum Nabel ist recht steil gestellt, der Nabel erscheint bis zum kleinsten noch sichtbaren Umgang recht tief. Zum recht schmalen Externteil ist eine leichtere Abdachung vorhanden.

Die ermittelten Maße stimmen überraschend genau mit denen des *Ceratites compressus* und *Ceratites Münsteri* bei Philippi (p. 54 und 57) überein. Die Ausbildung des Nabels wie die Skulptur weichen aber ab.

Skulptur. 16 hohe, schmale Rippen steigen auf dem letzten Umgang aus dem Nabel auf die Flanken über. Ihre Richtung ist nicht radial, sondern schief nach vorne gerichtet. Mit Ausnahme von zwei Rippen wachsen die übrigen ständig an Höhe bis zur Bildung eines Lateraldornes an. Zwei Rippen entbehren eines solchen Dornes. Jeder Lateraldorn erhebt sich als ziemlich spitzer Stachel; er steht ungefähr auf dem inneren Drittel der Flanke. Von dem Lateraldorn verlaufen, ebenfalls nach vorne geneigt flache, breitere, teilweise kaum erkennbare Teilwülste zu den Externknoten. Im allgemeinen kommen je zwei niedere, in der Längsrichtung des Extern-teiles gestreckte, flache Externknoten auf einen Lateraldorn. Auch die dornenlosen zwei Primärrippen besitzen Externknoten. Soweit es das vorliegende Exemplar erkennen läßt, verschwinden die Lateraldornen auf den Flanken der Wohnkammer, und die Skulptur geht hier in einfache breite Rippen über.

Die Lobenlinie dieser Form ist leider infolge der Erhaltung nicht sichtbar.

Für den Vergleich der Berippung der vorliegenden Form können unter den bekannten deutschen Nodosen nur *Ceratites humilis* und *C. Münsteri* herangezogen werden. *Ceratites nodosus* typ. trägt schon auf den vorderen gekammerten Schalenteilen einfache Rippen und bildet zweiteilige Rippen nur auf den kleineren Umgängen aus. *Ceratites humilis* und *Münsteri* besitzen im Gegensatz zu der spanischen Art aber erheblich weniger Skulpturelemente. Auf dem letzten Umgang mit dichotomer Ausbildung sind bei diesen Arten nur elf

Primärrippen ausgebildet gegenüber den 16 Primärrippen bei der spanischen Form. Bei beiden deutschen Arten stehen aber die Lateralornen ebenso wie bei der spanischen ungefähr am inneren Drittel der Flankenhöhe. *Ceratites humilis* ist dabei eine besonders dicke Form von rechteckig-quadratischem Querschnitt. Auch die deutschen Exemplare des *Ceratites Münsteri* besitzen etwas dickere Umgänge und zum Teil eine breitere Externseite. Das auf der Taf. XXXIX, Fig. 3, bei Philippi abgebildete Exemplar des *Ceratites Münsteri* zeigt aber eine flachere Externseite und unterscheidet sich im Gegensatz zu der Philippi'schen Ausführung im Text hierdurch keineswegs von dem von mir aus dem Vicentin beschriebenen *Nodosus*. Dieser von Philippi als *Ceratites Tornquisti* benannte Nodose ist daher mit dem *Ceratites Münsteri* Diener unbedingt zu vereinigen, zumal auch die übrigen Unterschiede der Skulptur der deutschen und vicentinischen Form nur auf die bei der letzteren noch zum Teil erhaltene Schale zurückzuführen sind, so die auffallend hohe und spitze Ausbildung der Lateralornen bei dem vicentinischen Schalenexemplar im Gegensatz zu den flacheren Lateralornen bei den schalenlosen deutschen Stücken. Auch die Ausbildung der Lobenlinie zeigt bei beiden Formen unter Berücksichtigung ihrer in der ganzen Formengruppe überhaupt variierenden Beschaffenheit eine vorzügliche Übereinstimmung. *Ceratites Münsteri* und *Ceratites humilis* zeigen von allen anderen von Philippi unterschiedenen deutschen Nodosen insofern eine Abweichung, als bei ihnen die dichotome Berippung über den gekammerten Teil des Umganges hinaus auf einen beträchtlichen Teil der Wohnkammer anhält. *Ceratites occidentalis* nimmt in dieser Beziehung eine Sonderstellung ein. Die dichotome Berippung reicht auch bei ihm bis zum Ende der gekammerten Schale, macht dann aber einfachen flachen Rippen Platz. Alle festgestellten Unterschiede gegenüber unserer Form sind genau in der gleichen Weise bei dem vicentinischen *Ceratites Münsteri* ausgebildet.

Demnach stellt *Ceratites Münsteri* den Nächstverwandten des *Ceratites occidentalis* dar. Der erstere unterscheidet sich von ihm aber durch die in größerem Abstand stehende

Berippung, also eine geringere Anzahl von Rippen, durch die Ausbildung dichotomer Berippung bis auf die Wohnkammer und durch größere Windungsdicke.

Ceratites Münsteri hat im Gebiet des nördlichen triadischen Binnenmeeres sein Lager an der Grenze der unteren und oberen *Nodosus*-kalke, in den Südalpen innerhalb der Reitzschichten. Unter Voraussage der Resultate einer späteren Arbeit sei hinzugefügt, daß nächstverwandte Formen von *Ceratites occidentalis* im unteren *Nodosus*-niveau von Alghero in Sardinien auftreten.

2. *Ceratites evoluto-spinosus* n. sp.

Taf. I, Fig. 4 und 5.

Sechs Exemplare liegen von einer zweiten Art vor; unter ihnen ist besonders eines mit nahezu vollständiger Wohnkammer bemerkenswert. Zwei weitere sind ebenfalls Exemplare mit gekammertem Schalenteil und einem anschließenden Wohnkammerrest. Die drei anderen stellen kleine, stark fragmentäre, wohlgekammete Umgänge vor, auf denen aber, ebenso wie auf Teilen der größeren Stücke, die Schale erhalten ist, so daß die Suturlinie nicht sichtbar wird.

Die Ausmaße des besterhaltenen, abgebildeten Wohnkammerexemplars sind die folgenden:

Durchmesser:	72 mm	
Dicke des letzten Umganges:	19 mm	} auf der Wohnkammer zwischen den Rippen gemessen.
Höhe des letzten Umganges:	22 mm	
Nabelweite:	zirka 27 mm.	

Demgemäß nach der Philippi'schen Bezeichnungsweise:

Windungszunahme: 100:54.

Scheibenzunahme: 100:32.

Involubilität: nicht meßbar.

Nur die Wohnkammer dieses Exemplares ist in ihrer Breite unverdrückt erhalten. Der gekammerte Schalenteil ist

nach der Einbettung in das Kalksediment zusammengedrückt. Außerdem ist die ganze Schale etwas verdreht worden, so daß durch Abbiegung des vorderen Wohnkammerteiles aus der Symmetrieebene der Schale eine geringe Erweiterung des Nabels eingetreten ist und Teile des dort ursprünglich ausgebildeten Nabelabfalles in die Flankenfläche aufgebogen worden sind. Es wird das aus der Betrachtung der allerdings wenig gut erhaltenen Gegenseite des frei aus dem Gestein herauspräparierten Stückes vollends klar.

Gestalt. Diese Art stellt eine langsam anwachsende Ceratitenart dar. Während die inneren Umgänge etwa die gleiche Involubilität wie die der vorbeschriebenen Art zeigen, nimmt die Wohnkammer von ihrem Beginn bis zu ihrer Mündung kaum an Höhe zu, und erweitert sich der Nabel hier in beträchtlichem Maße. Diese Art der Involution erinnert an den deutschen *Ceratites evolutus* Phil. Der Querschnitt der Wohnkammer ist niedrig-rechteckig, anscheinend auf dem gekammerten Teil etwas höher gestellt, wenn auch die ursprüngliche Gestalt der Schale hier durch Zusammendrückung der vorliegenden Exemplare entstellt ist. Die Externseite ist schwach gewölbt, an den zusammengedrückten Schalenteilen durch eine herausgepreßte, kielartige Erhöhung entstellt. Die Art besitzt einen steilen Nabelabfall: die größte Dicke ihrer Umgänge befindet sich nur wenig vom Nabelrand entfernt. Der in der Abbildung 4 b der Tafel I wiedergegebene Querschnitt stellt eine Rekonstruktion des etwas verdrückten Querschnittes am Wohnkammerende dar.

Skulptur. Gleich der vorbeschriebenen Art weicht auch diese von den deutschen Nodosen durch die größere Anzahl der Skulpturelemente ab. 16 bis 18 Nabelrippen befinden sich auf dem letzten Umgang. Diese sich auf dem Nabelabfall entwickelnden Rippen erheben sich schon in der Nähe des Nabelabfalles zu gestreckten Wülsten, die etwa am inneren Viertel des Umganges eine dornartige Erhebung zeigen. Die Nabelrippen sind deutlich — wenn auch nicht so stark wie bei *Ceratites occidentalis* — nach vorne aus der radialen Richtung des Gewindes geneigt. Von den Lateraldornen der Nabelrippen verlaufen je zwei flache, breite Teilrippen zum

Externrand. Sowohl auf den kleinen gekammerten Umgängen als auf der Wohnkammer gehen die Teilrippen in hohe, in der Längserstreckung des Externteiles verlängerte Externknoten über. Für die Art ist es besonders bezeichnend, daß diese Externknoten höher und größer sind als die Flankenknoten. Auf der Wohnkammer erheben sie sich sogar zu hohen, spitzen Stacheln. Eines der vorliegenden Exemplare, ein gekammertes Schalenstück, zeigt die Externdornen zwar nur in flachen, niedrigen Erhebungen, jedoch dürfte die Skulptur hier durch Verdrückung stark verändert worden sein. Auf beiden Seiten des Externteiles stehen sich die Externknoten genau gegenüber, sie liegen nicht alternierend. Eine Änderung des Skulpturbildes tritt bei dieser Art erst auf der letzten Hälfte der Wohnkammer auf. Hier kommen nicht mehr zwei, sondern es kommt nur ein Externdorn auf jeden Flankenknoten. Die Anzahl der Externdornen nimmt hier also im Gegensatz zu derjenigen der Flankenknoten ab und hiermit geht die soeben geschilderte Vergrößerung der Externdornen Hand in Hand.

Die geschilderte Skulptur zeigt große Übereinstimmung mit derjenigen des im deutschen Muschelkalk selten auftretenden *Ceratites spinosus* Phil. Die übereinstimmende Ausbildung der Externdornen geht besonders aus der folgenden Beschreibung durch Philippi hervor: »Externstacheln von dieser Länge sind mir bei Formen der oberen *Nodosus*-schichten bisher unbekannt geblieben, bei den schwach skulpturierten Typen der mittleren und unteren *Discites*-Schichten kommen sie erst recht nicht vor. Die Skulptur ist besonders auf der Wohnkammer das auffallendste Merkmal des *Ceratites spinosus*. Die Wohnkammer verzieren je fünf bis sechs starke Rippen. Es sind dies jedoch nicht, wie bei den meisten typischen Exemplaren von *Ceratites nodosus*, einheitliche, ungegliederte Faltenrippen; es lassen sich vielmehr auch noch auf den Wohnkammerrippen die beiden Elemente der Jugendskulptur deutlich unterscheiden, aus denen sich die Rippe zusammensetzt. Die Wohnkammerrippen sind am Nabel kaum angedeutet, erheben sich aber sehr rasch zu einem hohen Wulst, der den Lateralknoten entspricht, senken

sich auf dem oberen Teil der Flanke wieder und bilden an der Externkante einen längen. spitzen Stachel.«

Suturlinie. Das abgebildete und in seinen Ausmaßen oben beschriebene Exemplar dieser Art läßt den Verlauf der letzten Suturlinie unmittelbar vor dem Beginn der Wohnkammer vom Externteil bis zum Nabel erkennen. Hinter dieser Linie werden die nächsten sieben Suturlinien in Teilen ihres Verlaufes sichtbar. Die einzelnen Linien stehen in einem solchen Abstand voneinander, daß sie sich in der Radiallinie des Gewindes nirgends überdecken. Es ist ein ebenso breiter wie hoher Externsattel ausgebildet, dem der breite, nur am Hinterrand gezackte Externlobus folgt, ferner sind zwei Lateralsättel sichtbar, die beide breiter als hoch sind. Auch der erste Lateralsattel ist kleiner als der Externsattel. Der erste Laterallobus ist schmaler und etwas seichter als der viel größere Laterallobus.

Diese Ausbildung der Suturlinie steht zu derjenigen der deutschen Nodosen insofern im Gegensatz, als bei den gleichfalls evoluten Formen wie *Ceratites evolutus* Phil. die Elemente der Suturlinie schmaler und enger ausgebildet sind. Ferner erscheint der Externsattel des *Ceratites evoluto-spinosus* mehr von der Externseite auf die Flanke verschoben zu sein. Die Ausbildung der Suturlinie ähnelt weitaus am meisten derjenigen des *Ceratites spinosus* Phil. (E. Philippi, Taf. XLI, Fig. 1).

Im Vergleich mit den deutschen Formen stellt demnach, sowohl was die Ausbildung der Skulptur als was diejenige der Suturlinie anbelangt, der *Ceratites evoluto-spinosus* eine mit *Ceratites spinosus* nahe verwandte Art dar. Die Ausbildung des Gewindes weicht aber sehr erheblich ab und nähert sich dem *Ceratites evolutus* Phil. Selbstverständlich tritt die Art der Involution gegen die Ausbildung der Suturlinie und der Skulptur für die Kennzeichnung der Art zurück. Bei im großen und ganzen übereinstimmender Ausbildung der Suturlinie und der einzelnen Skulpturelemente unterscheidet sich der spanische *Ceratites* demnach von dem deutschen *Ceratites spinosus* durch die größere Anzahl seiner Rippen und dementsprechend durch die größere Anzahl der Lateralknoten

und Externdornen und durch die der Nabelkante sehr genäherten Lage seiner Lateralknoten, ferner durch eine erheblich größere Involubilität. Im deutschen Muschelkalk sind Exemplare von *Ceratites spinosus* bekannt, welche die erhebliche Größe großer Stücke des *Ceratites nodosus* typ. von 140 mm Durchmesser erreichen. Die häufigsten Exemplare erreichen einen Durchmesser von 100 bis 120 mm; auch sie sind erheblich größer als die nahe verwandte spanische Art.

Ceratites spinosus tritt in Deutschland in den unteren Nodosusschichten, den mitteldeutschen *Discites*-Schichten, auf.

3. *Ceratites flexuosiformis* n. sp.

Taf. I, Fig. 1 und 2.

Die Art liegt in drei Exemplaren vor, von denen eines ein beschaltes Wohnkammerexemplar von vorzüglicher Erhaltung darstellt: ein zweites, größeres ist nur in einem vorzüglichen Abdruck zu untersuchen und das dritte ist ein mäßig erhaltenes Wohnkammerbruchstück. Das zweite und zugleich größte Exemplar ist bis über 67 mm im Durchmesser angewachsen. Die folgenden Maße sind dem zuerst genannten entnommen, welches vollständig unverdrückt ist.

Durchmesser: 50 mm.

Höhe des letzten Umganges: 22 mm.

Dicke des letzten Umganges: 11 mm.

Nabelweite: 15 mm.

Nach der Philippi'schen Ausdrucksweise:

Windungszunahme: 100:45.

Scheibenzunahme: 100:44.

Involubilität: nicht meßbar.

Gestalt. Diese Art stellt sich demnach als ein ziemlich involuter Ceratit dar: sie steht in dieser Richtung in starkem Gegensatz zu den beiden vorher beschriebenen Arten. Mit der Gruppe der deutschen Nodosen verglichen, ist ihre Involubilität eine geringere als die des sehr involuten *Ceratites*

atavus Phil., sie ist auch etwas größer als die durchschnittlich bei *Ceratites flexuosus* Phil. ausgebildete, entspricht aber so ziemlich gewissen Individuen dieser Art. *Ceratites flexuiformis* ist auch eine hochmündige, schnell anwachsende flache Form, deren größte Windungsdicke in der Nähe des steil gestellten Nabelabfalls gelegen ist. Auch in dieser Hinsicht entspricht sie im Schalenbau den Ceratiten, die Philippini aus der Gruppe des *C. flexuosus* beschreibt, so der Beschreibung des *C. sp. indet.* I auf p. 52 bei Philippini.

Skulptur. Die Berippung dieser Art ist eine sehr auffallende. Auf jeden Umgang entfallen zirka 22 Nabelrippen, welche sich in Form besonders hoher Falten auf dem Nabelabfall ausbilden und in geringerer Erhebung zu kleinen, runden, spitzen Flankendornen führen. Diese Flankendornen liegen auf dem inneren Drittel der Flankenhöhe. Schon diese Primärrippen sind gegen den Radius des Gewindes stark nach vorn geneigt. Die an den Flankendornen entspringenden Teilrippen zeigen diese Stellung aber in noch ausgesprochenerer Weise, sie sind daneben noch mehr oder weniger deutlich nach hinten konvex gebogen. Da auf einigen wenigen Rippen keine Lateraldornen stehen, so sind deren auf einer Windung zirka 19 ausgebildet, denen auf dem Externrand 30 Extern-dornen gegenüberstehen. Aus diesem Verhältnis ergibt sich, daß wohl die größere Anzahl der Primärrippen am Lateral-knoten je zwei Teilrippen entsenden, daß aber einige Primärrippen auch ungeteilt zum Externteil verlaufen. Das sind vor allem alle jene Primärrippen, welche keine Lateralknoten tragen. Da die Teilrippen breite, wenig hohe Falten darstellen, ist der Verlauf überhaupt nicht gut zu verfolgen. Er ist aber auf dem kleinen Schalenexemplar wesentlich deutlicher zu beobachten wie auf dem größeren im Abdruck studierten. Der Vergleich der Figuren 1 und 2 auf der beigegebenen Tafel läßt das leicht erkennen. Die Externknoten sind schief zum Externrand, und zwar entsprechend dem flexuösen Verlauf ihrer Rippen verlängert. Sie sind wesentlich größer und auch höher als die Lateraldornen. Die Skulptur erinnert nicht wenig an die gewisser Argonauten. Auf dem Externteil stehen sich die Knoten beiderseits alternierend gegenüber.

Eine derartige Skulptur ist innerhalb der Gruppe der Binnenmeerceratiten bisher nur bei *Ceratites atavus* Phil. und *Ceratites flexuosus* Phil. angetroffen worden. Diesen beiden Arten gegenüber zeichnet sich aber analog den bei den beiden bisher betrachteten spanischen Nodosen festgestellten Verhältnissen dieser *Ceratites flexuosiformis* durch eine erheblich enger gestellte Berippung aus, wenn auch die einzelnen Skulpturelemente untereinander ausgezeichnet übereinstimmen. Schon Philippi hat hervorgehoben, daß diese Formen eine Skulptur zeigen, welche außerordentlich an die der Formen Gruppen des alpinen *Ceratites binodosus* erinnert. Da die Trennung von *Ceratites atavus* und *Ceratites flexuosus* aus der Philippi'schen Beschreibung nicht klar genug ersichtlich ist, möchte ich es dahingestellt sein lassen, welcher dieser beiden Arten die unsere am nächsten kommt. Man wird sich wohl für flachere entscheiden, vom Typus des *C. flexuosus*, der Philippi'schen Fig. 4 seiner Taf. XXXV und des *C. atavus* der Fig. 1 und Taf. XXXIV.

Suturlinie. Nur Teile der Suturlinie sind auf dem hinteren Ausgang des kleinen Schalenexemplares sichtbar. Es erscheinen hier eine Anzahl ziemlich hoher schmaler Sättel und tiefer, schmaler Loben. Der Suturelemente sind aber sehr viel weniger als auf den Exemplaren, welche aus der Philippi'schen Arbeit soeben betrachtet wurden. Es sind ein Externsattel und zwei Lateralsättel sichtbar, von denen der letztere schon am Nabelabfall steht. Ich bin geneigt, das Fehlen der Auxiliärelemente auf die geringere Involubilität der spanischen Arten zurückzuführen.

Ceratites flexuosiformis steht demnach den *Ceratites flexuosus* und *atavus* des deutschen Muschelkalkes recht nahe; er unterscheidet sich von beiden durch die erheblich engere Berippung und die Ausbildung eines weiteren Nabels.

Im deutschen Muschelkalk nehmen die nächstverwandten Formen ein sehr tiefes Niveau ein. Ihr Lager sind die untersten Schichten des unteren Nodosuskalkes.

III. Der Charakter der spanischen Nodosenfauna.

Aus dem Muschelkalk von Olesa sind drei *Ceratites*-Arten beschrieben worden, welche drei deutschen, voneinander erheblich abweichenden Arten verwandt sind. Es ergibt sich hieraus wohl zunächst, daß diese deutschen, von Philippi abgetrennten Arten eine Bedeutung als voneinander getrennte Formen bis weit über das deutsche Binnenmeer hinaus besitzen. Da es sich ausschließlich um Formen des unteren Nodosuskalkes in Deutschland handelt, dürfte die Trennung dieser Formen bis in die Zeit ihrer ersten Ausbreitung in den Binnenmeeren zurückzuverfolgen sein.

Die bei Olesa festgestellten Arten sind:

Ceratites occidentalis nov. sp., dem deutschen und alpinen *Ceratites Münsleri* nächstverwandt.

Ceratites evoluto-spinosus nov. sp., dem deutschen *Ceratites spinosus* nächstverwandt und

Ceratites flexuosiformis nov. sp., den deutschen *Ceratites atavus* und *flexuosus* nächstverwandt.

* Aus dieser Feststellung ergibt sich, daß der Nodosenhorizont von Olesa dem unteren deutschen Nodosenkalk zeitlich entsprechen dürfte, denn die nächstverwandten deutschen Arten haben ohne Ausnahme ihr Lager in diesem Horizont.

Während die drei spanischen *Ceratites* sich an unter sich recht verschiedene deutsche Arten anlehnen, weisen sie alle drei gleichartige Verschiedenheiten diesen gegenüber auf. So verschieden sie unter sich sind, unterscheiden sie sich gegen die deutschen Formen doch alle drei durch dichtere Berippung, größere Involubilität und eine aus weniger Lobenelementen bestehende Suturlinie. Die beiden letzteren Eigenschaften stehen allerdings in einer gewissen, wenn auch bei weitem nicht vollkommenen Relation zueinander.

Die Ausbildung gleichgerichteter morphologischer Abwandlungen bei an sich recht verschiedenen Formen kann nur auf biologische Unterschiede im deutschen und im

spanischen Anteil des westmediterranen triadischen Mittelmeeres zurückgeführt werden. Ich bin geneigt, nicht klimatische Differenzierung hierin zu erblicken, sondern Unterschiede der Salinität in beiden Mittelmeeren. Dies aus den Gründen, welche bei der Besprechung der Erhaltung der Schalen der westmediterranen Ceratiten schon aufgeführt worden sind. Das Fehlen der Ausscheidung eines Salzlagers im mittleren Muschelkalk und das Vorkommen von Kolonien pelagischer Ammoniten im spanischen Muschelkalk läßt die Salinität des westmediterranen Mittelmeeres eher derjenigen in der Tethys gleich erscheinen, während das deutsche obere Muschelkalkmeer noch übersalzen war. Es sei aber hervorgehoben, daß die eigenartigen morphologischen Charaktere der spanischen Nodosen sich nicht in gleicher Weise bei den sardischen und südfranzösischen ausgebildet finden und die biologischen Verhältnisse daher nicht in allen Gebieten des südwestlichen Mittelmeeres die gleichen gewesen zu sein scheinen. Bei der Bearbeitung der sardischen Nodosen wird hierauf zurückgekommen.

Diese Verhältnisse führen zur Frage nach der Lage der Meerespforten aus dem Mittelmeer in die Tethys. Ich habe bereits früher darauf hingewiesen, daß ebenso wie für das deutsche triadische Mittelmeer die oberschlesische Pforte zur Tethys hinüberführte, so das südwestliche Mittelmeer über die Dauphiné mit der Tethys in Zusammenhang stand. Die Triassedimente dieser Gebiete beweisen das einstige Vorhandensein dieser Pforte hinreichend. Es lag für das südwestliche Mittelmeer gewiß nahe, auch eine südliche Pforte zur Tethys über Südspanien und das westliche heutige Mittelmeer anzunehmen und A. Wurm¹ hat die Verbindung denn auch angenommen. Es sei aber darauf verwiesen, daß für das Vorhandensein dieser Meerespforte keine Beweise existieren und ihr Vorhandensein sogar durch die Ausbildung der sizilianischen Trias, in welcher bisher weder anisische noch ladinische, sondern nur karnische und norische Faunen bekannt geworden sind, keine Stütze erhalten. Diener hat

¹ L. c., p. 547.

erst kürzlich in seiner ausgezeichneten Darstellung der »marinen Reiche der Triasperiode«¹ hervorgehoben, daß die älteste, aus Sizilien bekannte Triasfauna von mittelmäßigem Alter ist und daß sie sowie die tieferen hellen Kalke und Dolomite und die sandigen Schiefer des Servino marine Faciesausbildung zeigen. Andererseits setzt die Binnenmeertrias von Spanien nach Nordafrika hinüber, nimmt hier aber nach Osten unter Auskeilen der Kalkstufen an Mächtigkeit ab, jedoch ist noch in Südtunis nach Pervinquièr² die Gliederung in die drei petrographisch scharf voneinander getrennte Stufen der Binnenmeerfacies zu beobachten. Die sizilianische marine und die tunesische in Binnenmeerfacies entwickelte Trias stehen einander demnach auf engem Raume so unvermittelt gegenüber, daß durchaus an eine südliche Erstreckung der von mir auf Corsica und Sardinien festgestellten trennenden Landbarre zwischen beide hindurch zu denken ist.

Aus den Triasprofilen in Spanien folgert A. Wurm³ denn auch zutreffend, daß »in Catalonien die Verbindung mit dem alpinen Meer jedenfalls freier und ungehinderter war als weiter im Süden«. Vollends hinfällig sind aber die Beweise für das Eintreten der pelagischen Ammonitenkolonie in das spanische Triasmeer durch eine weit im Süden gelegene Meerespforte. Ihrem Vorkommen liegt die Dauphinépforte außerordentlich viel näher als eine hypothetische Pforte im östlichen Tunis; ihre Einwanderung durch die Dauphinépforte ist auch durchaus denkbar, trotzdem die südfranzösische Trias keine Reste von ihnen enthält. Eine solche Fauneninvasion hat keineswegs aus erwachsenen Individuen bestanden, sondern sie fand in Formen von Schwärmen von Ammonitenembryonen statt, welche wohl wesentlich mit den Strömungen aus dem triadischen Ozean in das Binnenmeer eintraten. Zur Entwicklung, d. h. zur Ausbildung erwachsener Individuen kam es dann in dem Binnenmeergebiet nur dort,

¹ C. Diener, Die marinen Reiche der Triasperiode. Denkschr. der kaiserl. Akad. der Wiss., mathem.-naturw. Kl. Wien, 92, 1915, p. 29.

² L. Pervinquièr, Sur la géologie de l'extrême Sud Tunesien et de la Tripolitaine. Bull. soc. géol. France. 4. sér., 1912, 12, p. 143.

³ L. c., p. 555.

wo hierfür günstige Bedingungen herrschten. Das war offenbar an einigen Orten des südwestlichen triadischen Binnenmeeres der Fall, dessen Salinität wie oben besprochen wurde, derjenigen des Ozeans mehr entsprach als die des nördlichen Binnenmeeres.

Zugleich mit diesen Strömungen dürften dem südlichen Binnenmeer aber auch aus dem mitteleuropäischen Gebiet Schwärme von nodosen Ceratitenembryonen zugewandert sein.

Tafelerklärung.

Fig. 1 und 2. *Ceratites flexuosiformis* Tornq.

Fig. 3. *Ceratites occidentalis* Tornq.

Fig. 4 und 5. *Ceratites evoluto-spinosus* Tornq.

Alle Exemplare stammen aus dem unteren Nodosuskalk von Olesa in Spanien.

Die Originale zu den Abbildungen befinden sich in der Sammlung des geologisch-paläontologischen Instituts der Universität Berlin.
